

**"Procédé de réalisation d'un arbre de lanceur de démarreur"****DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

La présente invention concerne un procédé de réalisation  
5 d'un arbre de lanceur de démarreur de véhicule automobile.

L'invention concerne plus particulièrement un arbre de lanceur pour un démarreur du type comportant un lanceur qui comprend un pignon de lanceur monté coulissant axialement sur l'arbre de lanceur, entre une position arrière de repos et une  
10 position avant de travail, le lanceur comportant un corps dont un manchon est monté coulissant sur l'arbre de lanceur et dont l'alésage interne comporte un tronçon cannelé dont les cannelures intérieures coopèrent avec les cannelures extérieures d'un tronçon cannelé de l'arbre de lanceur. Il est aussi prévu des  
15 moyens de butée pour limiter la course de coulissement axial du pignon de lanceur par rapport à l'arbre de lanceur vers au moins une position axiale arrière déterminée de repos.

A cet effet, l'arbre de lanceur en acier comporte successivement au moins un premier tronçon avant de guidage en  
20 coulissement axial du lanceur du démarreur, un deuxième tronçon intermédiaire cannelé comportant les cannelures extérieures susceptibles de coopérer avec les cannelures intérieures complémentaires du lanceur, et un troisième tronçon arrière comportant au moins une face transversale annulaire  
25 d'épaulement orientée vers l'avant qui constitue une face de butée arrière pour déterminer une position axiale arrière déterminée de repos du lanceur.

Le lanceur peut coopérer directement avec cette face annulaire de butée, qui est par exemple plane d'orientation  
30 radiale, ou bien indirectement à travers un anneau ou une rondelle de butée qui prend appui axialement vers l'arrière contre cette face de butée qui peut à cet effet appartenir à une gorge radiale interne de l'arbre dans laquelle est monté l'anneau de butée.

**COPIE DE CONFIRMATION**

L'arbre de lanceur peut aussi se prolonger axialement vers l'arrière pour constituer l'arbre du rotor du moteur électrique du démarreur.

### ÉTAT DE LA TECHNIQUE

5           Le procédé de fabrication d'un tel arbre de lanceur comporte les étapes suivantes :

- usinage pour l'obtention du profil brut au moyen d'un outil coupant sur un tour de décolletage ;
- réalisation par déformation à froid des cannelures  
10 hélicoïdales extérieures et du moletage de l'arbre de rotor pour le maintien du paquet de tôles de l'induit du rotor ;
- nettoyage de l'arbre pour éliminer les huiles de coupe, les lubrifiants afin de ne pas perturber le traitement thermique postérieur ;
- 15           - traitement thermique de trempe superficielle par induction localisé sur une couche superficielle jusqu'à une profondeur donnée en fonction des paramètres du programme afin de modifier et d'optimiser les caractéristiques mécaniques de l'arbre, l'arbre étant par exemple maintenu en position verticale et  
20 la trempe superficielle par induction étant effectuée "au défilé" en plaçant l'arbre en rotation dans un inducteur qui défile axialement le long de l'arbre (en variante, le traitement thermique peut être effectué au moyen d'un inducteur "de forme", statique axialement par rapport à l'arbre) ;
- 25           - redressage de l'arbre qui est maintenu par ses extrémités, un effort étant appliqué de façon localisée pour le déformer plastiquement entre ces deux points ;
- rectification pour éliminer la couche de calamine formée lors du traitement thermique sur les portées cylindriques de  
30 l'arbre, et obtention de la rugosité, des cotes finales et des spécifications géométriques telles que la circularité, la concentricité, etc. sur ces zones.

Un tel procédé de fabrication introduit des contraintes résiduelles qui ont essentiellement deux origines.

Ce sont soit des contraintes d'origine mécaniques résultant des étapes du procédé de fabrication en amont du traitement thermique, soit des contraintes d'origine thermiques résultant du traitement thermique de trempe superficielle.

5 Ces contraintes résiduelles sont d'un niveau tel qu'il se produit une fissuration initiée en surface qui est révélée lors de l'opération de trempe superficielle par induction, par dépassement des caractéristiques mécaniques du matériau de l'arbre dans cette zone, qui est un acier à bas carbone dont la teneur en  
10 carbone est comprise entre 0.38% et 0.55%, et préférentiellement entre 0.45% et 0.51%.

On a constaté que ce phénomène de fissuration aboutissait notamment à l'apparition de fissures circulaires localisées dans ladite face transversale annulaire d'épaulement orientée vers  
15 l'avant qui constitue une face de butée, directe ou indirecte, du lanceur.

#### RÉSUMÉ DE L'INVENTION

L'invention propose un procédé de réalisation d'un arbre de lanceur de démarreur en acier qui comporte successivement  
20 au moins un premier tronçon avant de guidage en coulisement axial d'un lanceur du démarreur, un deuxième tronçon intermédiaire cannelé comportant des cannelures extérieures susceptibles de coopérer avec des cannelures intérieures complémentaires du lanceur, et un troisième tronçon arrière  
25 comportant au moins une face transversale annulaire d'épaulement orientée vers l'avant qui constitue une face de butée arrière pour déterminer une position axiale déterminée du lanceur, le procédé comportant au moins les étapes successives suivantes :

- 30 - a) usinage des trois premier, deuxième et troisième tronçons;
- b) réalisation des cannelures extérieures du deuxième tronçon intermédiaire ;

- c) traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale de l'arbre de lanceur ;
- caractérisé en ce que le procédé comporte une étape supplémentaire, préalable à l'étape de traitement thermique, pour
- 5 réduire les contraintes mécaniques résiduelles résultant des étapes antérieures au traitement thermique, notamment de l'étape d'usinage.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- ladite étape supplémentaire est une étape de recuit d'au
- 10 moins une portion axiale de l'arbre de lanceur ;
- l'étape supplémentaire de recuit d'au moins une portion axiale de l'arbre de lanceur est une opération de chauffage superficiel par induction le long de ladite portion axiale ;
- l'étape supplémentaire de recuit par chauffage superficiel
- 15 par induction comporte une durée de chauffe au cours de laquelle l'inducteur est statique axialement par rapport à ladite portion de l'arbre de lanceur ;
- la durée de chauffe statique est comprise entre 0,5s et 15s ;
- 20 - la durée de chauffe statique est comprise entre 1,9s et 2,3s, et est de préférence égale à 2,1s ;
- la longueur axiale de l'inducteur est sensiblement égale à la longueur axiale de ladite portion de l'arbre de lanceur ;
- la longueur axiale de l'inducteur est inférieure à la
- 25 longueur axiale de ladite portion de l'arbre de lanceur, et l'inducteur est entraîné en translation axiale par rapport à l'arbre de lanceur ;
- la vitesse relative de translation axiale de l'inducteur par rapport à l'arbre de lanceur est comprise entre 100mm/mn et
- 30 700mm/mn ;
- la vitesse relative de translation axiale de l'inducteur par rapport à l'arbre de lanceur est comprise entre 450mm/mn et 550mm/mn, et est de préférence égale à 500mm/mn ;

- la puissance de chauffe par induction est inférieure à 10kW ;
- la puissance de chauffe par induction est comprise entre 4,5kW et 7kW ;
- 5       - l'arbre de lanceur est entraîné en rotation par rapport à l'inducteur à une vitesse de rotation inférieure à 200trs/mn ;
- le profil interne de l'inducteur est complémentaire du profil externe de ladite portion de l'arbre de lanceur ;
- selon un autre mode de mise en oeuvre, ladite étape
- 10 supplémentaire de recuit d'au moins une portion axiale de l'arbre de lanceur est une opération de chauffage de l'arbre de lanceur dans un four ;
- la température de chauffage est comprise entre 500°C et 700°C ;
- 15       - la température de chauffage est comprise entre 540°C et 560°C, de préférence égale à 550°C ;
- la durée de l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur est comprise entre 30mn et 120mn ;
- la durée de l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur
- 20 est comprise entre 55mn et 65mn, de préférence égale à 60mn ;
- l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur dans un four est une opération de chauffage à température constante ;
- l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur dans un four est suivie d'une opération de refroidissement lent à
- 25 température ambiante ;
- ladite étape c) de traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale de l'arbre de lanceur est une étape de trempe superficielle par induction ;
- lesdites étapes supplémentaire de chauffage superficiel
- 30 par induction et de trempe superficielle par induction sont réalisées successivement avec les mêmes moyens de chauffage par induction ;

- le procédé comporte une étape, postérieure à l'étape de traitement thermique de surface, de redressage mécanique d'au moins une partie axiale de l'arbre de lanceur ;
- le procédé comporte une étape de rectification de  
5 certaines portions de la surface de l'arbre de lanceur qui est postérieure à l'étape de traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale de l'arbre de lanceur ;
- ladite face transversale annulaire d'épaulement orientée vers l'avant du troisième tronçon arrière de l'arbre de lanceur  
10 appartient à une gorge radiale interne qui reçoit un anneau élastique de butée arrière pour déterminer ladite position axiale déterminée du lanceur ;
- l'arbre de lanceur se prolonge axialement au-delà dudit troisième tronçon arrière pour constituer l'arbre du rotor du  
15 moteur électrique du démarreur ;
- l'arbre de rotor comporte un tronçon moleté réalisé par déformation à froid, et ladite étape supplémentaire pour réduire les contraintes mécaniques résiduelles est postérieure à l'étape de réalisation par déformation à froid du tronçon moleté de l'arbre  
20 de rotor.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins  
25 annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue d'un arbre de lanceur de démarreur de véhicule automobile réalisé conformément aux enseignements de l'invention ;
- la figure 2 est une vue similaire à celle de la figure 1 qui  
30 représente un état intermédiaire de fabrication de l'arbre de la figure 1 après les opérations d'usinage par décolletage ;
- la figure 3 est une demie vue en section axiale et à plus grande échelle du troisième tronçon T3 de l'arbre de la figure 1 en association avec une représentation schématique de moyens de

chauffage par induction pour réaliser l'étape supplémentaire de recuit conformément aux enseignements de l'invention.

### DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES FIGURES

Dans la description qui va suivre et dans les  
5 revendications, on adoptera à titre non limitatif une orientation avant-arrière en référence à l'orientation gauche-droite des figures.

On a représenté à la figure 1 un arbre de lanceur 10, aussi  
appelé arbre de démarreur qui se présente sous la forme d'une  
10 pièce cylindrique d'axe X-X qui s'étend d'avant en arrière.

De manière connue, dans cet exemple de réalisation,  
l'arbre 10 comporte successivement d'avant en arrière, un premier  
tronçon lisse d'extrémité axiale avant 12 pour le guidage à  
rotation de l'arbre 10 dans un palier avant, non représenté,  
15 appartenant à un élément de boîtier ou nez de démarreur, un  
tronçon lisse 14 de guidage en coulissement du lanceur, non  
représenté, du démarreur, des cannelures hélicoïdales  
extérieures 16 destinées à coopérer avec des cannelures  
intérieures, non représentées, du lanceur pour lier ce dernier en  
20 rotation à l'arbre 10, une gorge radiale interne 18 est destinée à  
recevoir un anneau de butée axiale, non représenté, pour définir  
ou délimiter une position axiale arrière dit de repos du lanceur.

Les tronçons 12, 14, 16 et 18 constituent l'arbre de lanceur  
proprement dit. L'arbre de lanceur se prolonge ici axialement vers  
25 l'arrière par un tronçon moleté 20 qui est destiné à recevoir un  
paquet ou empilement de tôles, non représenté, appartenant à  
l'induit du moteur électrique du démarreur.

Enfin, l'arbre 10 se termine par un tronçon lisse d'extrémité  
axiale arrière 21 qui, comme le tronçon 12, assure le guidage à  
30 rotation de l'arbre 10 dans un palier arrière du démarreur.

Au sens de l'invention on définit successivement, comme  
indiqué sur la figure 1, le premier tronçon axial avant T1 qui  
correspond au tronçon 14, le deuxième tronçon axial intermédiaire  
T2 qui comporte les cannelures 16, le troisième tronçon axial

arrière T3, et enfin le tronçon axial arrière T4 qui prolonge l'arbre de lanceur au-delà du tronçon T3 et qui correspond globalement au tronçon moleté 20.

Comme on peut le voir à la figure 3, la gorge 18 du tronçon  
5 arrière T3 est délimitée axialement vers l'arrière par une face transversale d'orientation radiale 22 orientée vers l'avant qui s'étend radialement vers l'extérieur jusqu'à la portée cylindrique 24 de plus grand diamètre extérieur D1, qui est ici par exemple égal à 13 millimètres, du tronçon T3.

10 La gorge 18 est aussi délimitée axialement vers l'avant par une face transversale d'orientation radiale 26 orientée vers l'arrière qui s'étend radialement vers l'extérieur jusqu'à un diamètre extérieur plus petit que celui D1 de la face 22.

De manière connue, la fabrication de l'arbre 10 débute par  
15 l'usinage par décolletage d'un "brut" ou lopin d'acier afin d'aboutir à l'ébauche illustrée à la figure 2 qui, si on la compare à l'arbre de la figure 1, ne comporte pas encore les cannelures 16, ni le moletage 20 du tronçon T4.

Le profil cylindrique du lopin est modifié par enlèvement de  
20 matière par un outil coupant sur un tour de décolletage. Cette opération introduit des contraintes résiduelles à la surface de l'arbre 10, en particulier sur la face transversale arrière 22 (voir figure 3) orientée vers l'avant de la gorge 18 destinée à recevoir un anneau d'arrêt. Ces contraintes apparaissent sur une  
25 profondeur de quelques microns

Les cannelures 16 et le moletage 20 sont réalisés par déformation à froid, ou en variante par enlèvement de matière.

Les formes des cannelures hélicoïdales 16 qui, de manière connue par exemple du document FR-2.745.855, assurent aussi  
30 une fonction de butée axiale vers l'avant pour le lanceur, ainsi que les formes du moletage sont obtenues par une série d'opérations de déformation à froid de la surface décolletée des tronçons correspondants de l'arbre par passage d'une crémaillère en appliquant une pression. Cette opération introduit des



contraintes résiduelles supplémentaires au sein de la matière sur plusieurs millimètres de profondeur. On peut aussi obtenir ces formes en utilisant des molettes cylindriques ou encore par enlèvement de matière.

- 5           La fabrication peut ensuite comporter une étape de lavage qui est une opération de nettoyage de l'arbre pour éliminer les huiles de coupe, les lubrifiants afin de ne pas perturber le traitement thermique ultérieur.

10           Conformément aux enseignements de l'invention, le procédé de fabrication de l'arbre 10 comporte une étape supplémentaire de recuit en vue d'obtenir une relaxation des contraintes résiduelles mentionnées ci-dessus qui résultent des étapes de transformation mécaniques et qui sont à l'origine de l'apparition de fissures non admissibles.

- 15           Le traitement thermique de recuit de relaxation ou de "détensionnement" selon l'invention permet de réduire ou d'éliminer les contraintes mécaniques résiduelles de la pièce afin de rester dans des limites acceptables du matériau pour poursuivre les opérations ultérieures du procédé connu de fabrication.

20           On peut effectuer l'étape de recuit de relaxation en utilisant une installation de chauffage dans la masse telle qu'un four (non représenté) ou encore au moyen d'une installation de chauffage superficiel par induction.

- 25           Dans le premier cas et selon un premier mode de réalisation de l'invention, le traitement thermique de recuit de relaxation est réalisé sur toute la pièce.

La diminution des contraintes résiduelles est obtenue en effectuant les opérations suivantes :

- 30           - une opération de chauffage de la totalité de l'arbre jusqu'à une température comprise entre 500°C et 700°C, de préférence égale à 550°C±10°C pour ne pas avoir de modification de la microstructure du corps de l'arbre ;

- un maintien isotherme à cette température de chauffage pendant 30 minutes à 120 minutes, de préférence pendant 60 minutes, la durée de chauffage dépendant notamment de la charge placée dans le four pour un cycle de chauffage de relaxation ;
- une opération de refroidissement lent à l'air calme ou dans le four.

Dans le second cas du chauffage superficiel, ou en surface, par induction, l'effet escompté de diminution des contraintes résiduelles sans modification de la microstructure peut être obtenu en effectuant un traitement thermique de recuit de relaxation par induction sur tout ou partie de l'arbre 10, et de préférence du tronçon T3 défini à la figure 1, notamment afin de réduire la durée de cette étape supplémentaire selon l'invention de recuit de relaxation des contraintes résiduelles.

Cette solution présente l'avantage de s'intégrer dans le cycle de fabrication d'une part, et de pouvoir être réalisée avec l'installation de traitement thermique de trempe superficielle par induction déjà utilisée dans le procédé de fabrication dont la fréquence est inférieure à 400kHz et de préférence comprise entre 320 et 360kHz.

Pour ce faire, et comme on peut le voir à la figure 3, il est par exemple prévu un inducteur annulaire 30 dont la longueur axiale efficace de chauffage L est par exemple de l'ordre de 5mm et dont le diamètre intérieur D2 est tel qu'il existe un jeu radial ou entrefer compris entre 1mm et 3 mm entre sa surface cylindrique concave interne 32, et de préférence égal à 2,5mm, et la surface cylindrique convexe en vis-à-vis de la portée 24.

L'inducteur et l'arbre ont une position axiale relative "fixe" définie de manière que la zone de chauffage corresponde, comme cela est illustré à la figure 3, à l'épaule 22 de la gorge 18.

Cette position axiale relative de l'inducteur 30 par rapport à l'arbre 10 est maintenue "fixe" pendant une durée de chauffage, ou de chauffe, statique comprise entre 0.5 seconde et 15

secondes, de préférence égale à 2,1 secondes, pendant laquelle l'inducteur est alimenté avec une puissance inférieure ou égale à 10 kilowatts, et de préférence comprise entre 4.5 kilowatts et 7 kilowatts.

5       Durant cette phase de chauffage statique, l'arbre 10 est entraîné en rotation autour de son axe rotation X-X avec une vitesse de rotation inférieure à 200trs/min.

On déplace ensuite l'inducteur axialement vers l'avant selon la flèche F de la figure 3 le long de l'arbre 10 avec une  
10 vitesse de défilement comprise entre 100 et 700 millimètres par minute, de préférence égale à 500mm/min en parcourant successivement les différentes zones qui suivent l'épaulement 22 vers l'avant le long du tronçon T3.

La vitesse de défilement de l'inducteur dépend de la  
15 puissance fournie à l'inducteur.

Au cours du défilement, c'est à dire du déplacement relatif de l'inducteur 30 le long de l'arbre 10, ce dernier est aussi de préférence entraîné en rotation comme défini ci-dessus et la puissance de l'inducteur est inférieure ou égale à 10 kilowatts, et  
20 de préférence comprise entre 4.5 kilowatts et 7 kilowatts.

A titre de variante, il est possible d'utiliser un inducteur dont la longueur efficace de chauffe L est suffisante pour "englober" toute la zone à recuire, Par exemple la totalité du tronçon T3, le recuit de relaxation se faisant alors par simple  
25 chauffe statique,

L'inducteur peut aussi être un inducteur de forme ou de profil intérieur complémentaire de celui du tronçon à recuire de l'arbre.

Après avoir procédé à l'étape de recuit de relaxation  
30 conformément aux enseignements de l'invention, la fabrication de l'arbre 10 se poursuit de manière connue par une étape de traitement thermique de trempe superficielle par induction des parties axiales avant P1 et arrière P2 indiquées à la figure 1.

Comme rappelé en préambule, il s'agit d'un traitement thermique de durcissement localisé sur une couche superficielle jusqu'à une profondeur donnée.

5 L'opération de trempe superficielle de la partie arrière P2 de l'arbre 10 peut avantageusement être réalisée sur le même poste de chauffage par induction que celui utilisé pour l'étape de recuit de relaxation selon l'invention.

10 L'opération de traitement thermique de durcissement localisé induit aussi et à nouveau des contraintes résiduelles d'origine thermique dans la matière mais, si cette étape est correctement réalisée, le cumul des contraintes résiduelles n'atteint pas une valeur suffisante pour aboutir à la formation de fissures comme cela est le cas pour les contraintes résiduelles d'origine mécanique mentionnées précédemment.

15 La trempe superficielle de durcissement par induction peut aussi être effectuée au "défilé" ou encore avec un inducteur de forme.

20 Le procédé peut ensuite comporter une étape de redressage au cours de laquelle l'arbre est maintenu par ses extrémités et un effort est appliqué de façon localisée pour le déformer plastiquement entre ces deux points et enfin l'étape de rectification en vue d'éliminer la couche de calamine formée lors du traitement thermique sur les portées 12 et 22 de l'arbre 10.

25 L'invention peut s'appliquer à toute portion de l'arbre dans laquelle on souhaite réaliser une relaxation ou relâchement des contraintes mécaniques.

### REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un arbre (10) de lanceur de démarreur en acier qui comporte successivement au moins un premier tronçon avant (T1) de guidage en coulissement axial d'un lanceur du démarreur, un deuxième tronçon intermédiaire cannelé (T2) comportant des cannelures extérieures (16) susceptibles de coopérer avec des cannelures intérieures complémentaires du lanceur, et un troisième tronçon arrière (T3) comportant au moins une face transversale annulaire (22) d'épaulement orientée vers l'avant qui constitue une face de butée arrière pour déterminer une position axiale déterminée du lanceur, le procédé comportant au moins les étapes successives suivantes :

- a) usinage des trois premier, deuxième et troisième tronçons (T1, T2, T3) ;
  - b) réalisation des cannelures extérieures (16) du deuxième tronçon intermédiaire (T2) ;
  - c) traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale (P1) de l'arbre de lanceur (10) ;
- caractérisé en ce que le procédé comporte une étape supplémentaire, préalable à l'étape de traitement thermique, pour réduire les contraintes mécaniques résiduelles résultant des étapes antérieures au traitement thermique.

2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite étape supplémentaire est une étape de recuit d'au moins une portion axiale (18-22, T3) de l'arbre de lanceur (10).

3. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite étape supplémentaire de recuit d'au moins une portion axiale (18-22, T3) de l'arbre de lanceur (10) est une opération de chauffage superficiel par induction le long de ladite portion axiale.

4. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape supplémentaire de recuit par chauffage superficiel par induction comporte une durée de chauffe au cours

de laquelle l'inducteur est statique axialement par rapport à ladite portion de l'arbre de lanceur (10).

5 5. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la durée de chauffe statique est comprise entre 0,5s et 15s.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la longueur axiale (L) de l'inducteur (30) est sensiblement égale à la longueur axiale de ladite portion de l'arbre de lanceur (10).

10 7. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la longueur axiale (L) de l'inducteur (est inférieure à la longueur axiale de ladite portion de l'arbre de lanceur (10), et en ce que l'inducteur est entraîné en translation axiale par rapport à l'arbre de lanceur (10).

15 8. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la vitesse relative de translation axiale de l'inducteur par rapport à l'arbre de lanceur (10) est comprise entre 100mm/mn et 700mm/mn.

9. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la puissance de chauffe par induction est inférieure à 10kW.

20 10. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'arbre de lanceur (10) est entraîné en rotation par rapport à l'inducteur à une vitesse de rotation inférieure à 200trs/mn.

25 11. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le profil interne de l'inducteur est complémentaire du profil externe de ladite portion de l'arbre de lanceur (10).

12. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite étape supplémentaire de recuit d'au moins une portion axiale (18-22, T3) de l'arbre de lanceur (10) est une opération de chauffage de l'arbre de lanceur dans un four.

30 13. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la température de chauffage est comprise entre 500°C et 700°C.

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la durée de l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur (10) est comprise entre 30mn et 120mn.

15. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur (10) dans un four est une opération de chauffage à température constante.

16. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'opération de chauffage de l'arbre de lanceur (10) dans un four est suivie d'une opération de refroidissement lent à température ambiante.

17. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite étape c) de traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale (P1, P2) de l'arbre de lanceur (10) est une étape de trempe superficielle par induction.

18. Procédé selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites étapes supplémentaire de chauffage superficiel par induction et de trempe superficielle par induction sont réalisées successivement avec les mêmes moyens de chauffage par induction.

19. Procédé la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une étape, postérieure à l'étape de traitement thermique de surface, de redressage mécanique d'au moins une partie axiale de l'arbre de lanceur (10).

20. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de rectification de certaines portions (12, 21) de la surface de l'arbre de lanceur (10) qui est postérieure à l'étape de traitement thermique de surface d'au moins une partie axiale (P1, P2) de l'arbre de lanceur.

21. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite face transversale annulaire d'épaulement (22) orientée vers l'avant du troisième tronçon arrière de l'arbre de lanceur (10) appartient à une gorge radiale interne (18) qui reçoit un anneau

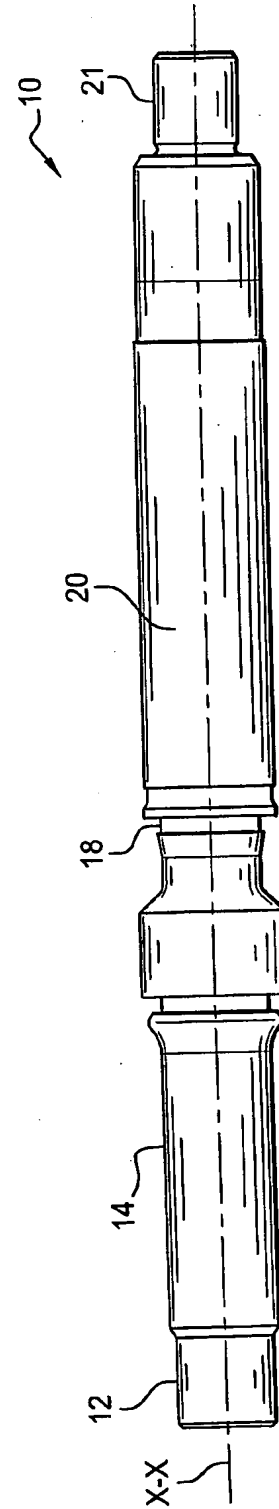
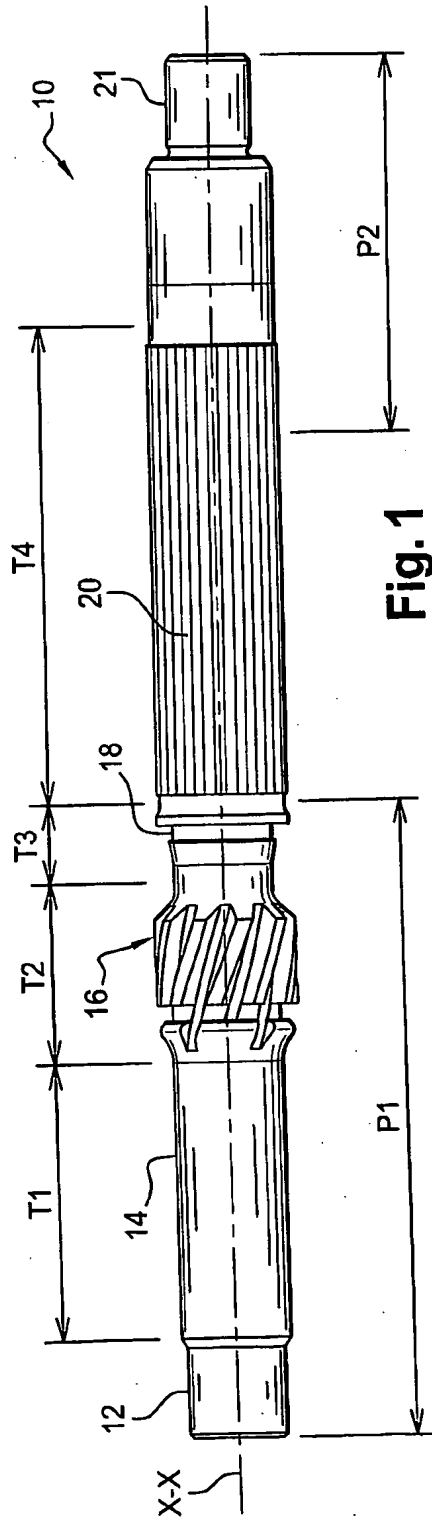
élastique de butée arrière pour déterminer ladite position axiale déterminée du lanceur.

22. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'arbre de lanceur (10) se prolonge axialement au-delà dudit  
5 troisième tronçon arrière (T3) pour constituer l'arbre (T4) du rotor du moteur électrique du démarreur.

23. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit arbre de rotor comporte un tronçon (T4) moleté (20) réalisé par déformation à froid, et en ce que ladite étape  
10 supplémentaire pour réduire les contraintes mécaniques résiduelles est postérieure à l'étape de réalisation par déformation à froid du tronçon moleté de l'arbre de rotor.



1/2



2 / 2

